

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL



**“DETERMINACIÓN DE CURVAS DE RETENCIÓN DE
HUMEDAD EN SUELOS DEL CENTRO EXPERIMENTAL
CHOCLOCA, DEPARTAMENTO DE TARIJA-BOLIVIA”**

POR:

DALET ZAIN PEDRAZA RODRIGUEZ

Tesis presentada a consideración de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho,
como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Forestal

Diciembre 2018

TARIJA – BOLIVIA

V^o B^o

Ing. Pablo Montaña Zambrana

PROFESOR GUIA

M.Sc. Ing. Freddy Castro Salinas

**DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

M.Sc. Ing. Luis Arandia Mendivil

**VICEDECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

APROBADO POR:

TRIBUNAL

.....
M.Sc. Ing. Linder Espinoza Márquez

.....
M.Sc. Ing. Luis Arandia Mendivil

.....
Ing. Wilfredo Benítez Ordoñez

El Tribunal Calificador de la presente Tesis, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el trabajo, siendo las mismas únicamente responsabilidad del autor.

DEDICATORIAS:

A Dios, mis amados padres, mis bisabuelos (Q.E.P.D.), mis abuelos y a todas las personas que me brindaron su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera.

AGRADECIMIENTOS:

A Ing. Sebastián Ramos Mejía, docente guía, docentes de la comisión evaluadora, ingenieros del laboratorio de suelo de la U.A.J.M.S., ingeniero responsable del C.E.CH., personal del C.E.CH., docentes de la facultad por la colaboración y orientación prestada en todo el proceso de elaboración del presente documento.

ÍNDICE

Dedicatorias

Agradecimientos

Resumen

INTRODUCCIÓN.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	1
OBJETIVO GENERAL.....	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
CAPÍTULO I.....	3
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
1.1. GENERALIDADES	3
1.2. SUELO.....	3
1.1.1. Componentes del suelo.....	4
1.2.1. Textura.....	5
1.2.3. Porosidad.....	11
1.2.5. Densidad.....	12
1.2.6. Permeabilidad.....	13
1.3. ESTUDIOS ANALÍTICOS PARA DETERMINAR LA HUMEDAD DEL SUELO.....	15
1.3.1. Método gravimétrico.....	15
1.3.2. Método de Extracción a Presión o Placas Richard.....	15
1.4. TIPOS DE AGUA.....	16
1.5. MOVIMIENTO DEL AGUA EN EL SUELO.....	17
1.6. BALANCE HÍDRICO.....	17

1.7. HUMEDAD DEL SUELO.....	19
1.8. PARÁMETROS DE HUMEDAD.....	19
1.10. CURVAS DE RETENCIÓN DE HUMEDAD.....	21
1.11. RIEGO.....	22
CAPÍTULO II.....	25
MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
2.1. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	25
2.1.1. Ubicación.....	25
2.1.2. Clima.....	25
2.1.3. Geomorfología.....	25
2.1.4. Distribución espacial de los suelos del CECH.....	26
2.1.4.1. Descripción de paisaje fisiográfico a nivel de gran paisaje.....	28
2.1.4.2. Descripción de paisaje fisiográfico a nivel de paisaje.....	28
2.1.4.3. Descripción de paisaje fisiográfico a nivel de sub paisaje.....	29
2.1.5. Hidrología.....	30
2.1.6. Vegetación.....	30
2.1.7. Fauna.....	31
2.1.8. Medio socioeconómico.....	31
2.2. MATERIALES.....	32
2.2.1. Materiales de Campo.....	32
2.2.2. Materiales de Laboratorio.....	32
<input type="checkbox"/> Preparado de muestras.....	32
<input type="checkbox"/> Método de extracción a presión.....	33
<input type="checkbox"/> Método gravimétrico.....	33

□	Análisis de textura.....	33
2.2.3.	Materiales de Gabinete.....	33
2.3.	METODOLOGÍA.....	34
2.3.1.	Metodología para la Extracción de las Muestras en Campo.....	34
2.3.2.	Procesamiento de las muestras en laboratorio.....	35
2.3.3.	Procesamiento de datos.....	40
	CAPÍTULO III.....	43
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
3.1.	RESULTADOS.....	43
3.1.1.	Codificación de las unidades de muestreo.....	43
3.1.2.	Extracción a presión por el método de placas Richard.....	44
3.1.3.	Capacidad de retención de humedad.....	54
3.1.3.	Análisis de textura para los suelos muestreados.....	55
3.1.4.	Pérdida de agua por efecto de la evapotranspiración.....	57
3.1.5.	Capacidad de campo, agua útil y punto de marchitez.....	62
3.1.6.	Necesidad de riego.....	63
3.2.	DISCUSIÓN.....	73
	CAPÍTULO IV.....	77
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	77
4.1.	CONCLUSIONES.....	77
4.2.	RECOMENDACIONES.....	78
	BIBLIOGRAFÍA.....	80
	ANEXOS.....	84

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO II
MATERIALES Y
MÉTODOS

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y
DISCUSIÓN

CAPÍTULO IV
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

MAPAS

FOTOGRAFÍAS

INDICE DE FIGURAS

		Pagina
Figura 1	Proporción de los componentes del suelo	4
Figura 2	Tamaño medio comparado de la partícula de arena, limo y arcilla	8
Figura 3	Clasificación de Clases y Grupos Texturales	9
Figura 4	Tipos de estructura según la forma de los agregados	10
Figura 2	Esquema de distribución de partículas	11
Figura 3	Coefficiente de permeabilidad (K) relación tipo de suelo y permeabilidad	14
Figura 4	Tipos de agua en el suelo	16
Figura 8	Grafico del balance hídrico	18
Figura 9	Mapa de las unidades de suelo	27

INDICE DE CUADROS

		Pagina
Cuadro 1.	Relación entre textura y permeabilidad	14
Cuadro 2.	División Fisiográfica del CECH.	27
Cuadro 3.	Tabla para la corrección del hidrómetro de Bouyoucos en función de la temperatura	41
Cuadro 4.	Cuadro resumen de porcentajes de humedad a la profundidad de extracción de 0 - 20 cm. por unidad de suelo	44
Cuadro 5.	Cuadro resumen de porcentajes de humedad a la profundidad de extracción de 20 - 40 cm. por unidad de suelo	45
Cuadro 6.	Tabla de clase textural para las muestras con la profundidad de extracción de 0 – 20 cm. por unidad de suelo	56
Cuadro 7.	Tabla de clase textural para las muestras con la profundidad de extracción de 20 – 40 cm. por unidad de suelo	56
Cuadro 8.	Tabla del KC para los cultivos que se encuentran en el C.E.CH. por unidad de suelo	57

Cuadro 9.	Evapotranspiración (ET) en la fase inicial del cultivo por unidad de suelo	58
Cuadro 10.	Evapotranspiración (ET) en la fase desarrollo del cultivo por unidad de suelo	59
Cuadro 11.	Evapotranspiración (ET) en la fase media del cultivo por unidad de suelo	60
Cuadro 12.	Evapotranspiración (ET) en la fase maduración del cultivo por unidad de suelo	61
Cuadro 13.	Tabla de capacidad de campo, agua útil y punto de marchitez por unidad de suelo	62
Cuadro 14.	Tabla de lámina aprovechable de agua total (LaT) y lamina aprovechable de agua con un agotamiento al 65% (Lat) por unidad de suelo	63
Cuadro 15.	Pérdida del 65% en la lámina aprovechable por efecto de la evapotranspiración del cultivo por unidad de suelo para la etapa inicial del cultivo del cultivo	66

Cuadro 16.	Pérdida del 65% en la lámina aprovechable por efecto de la evapotranspiración del cultivo por unidad de suelo para la etapa desarrollo del cultivo del cultivo	68
Cuadro 17.	Pérdida del 65% en la lámina aprovechable por efecto de la evapotranspiración del cultivo por unidad de suelo para la etapa media del cultivo	70
Cuadro 18.	Pérdida del 65% en la lámina aprovechable por efecto de la evapotranspiración del cultivo por unidad de suelo para la etapa maduración del cultivo	72
Cuadro 19.	Interpretación del coeficiente de Pearson	75
Cuadro 20.	Valores obtenidos para los suelos del C.E.CH. con una profundidad de extracción de 0 – 20 cm por unidad de suelo	75
Cuadro 21.	Valores obtenidos para los suelos del C.E.CH. con una profundidad de extracción de 20 – 40 cm por unidad de suelo	76
Cuadro 22.	Valores típicos de porosidad	77

INDICE DE GRAFICAS

		Pagina
Grafica 1.	Curvas de Retención de Humedad para una profundidad de extracción de 0 - 20 cm por unidad de suelo	46
Grafica 2.	Curvas de Retención de Humedad para una profundidad de extracción de 20 - 40 cm por unidad de suelo	50
Grafica 3.	Promedio de la retención de humedad los suelos del C.E.CH. a una profundidad de extracción de 0 - 20 cm por unidad de suelo	54
Grafica 4.	Promedio de la retención de humedad los suelos del C.E.CH. a una profundidad de extracción de 20 - 40 cm por unidad de suelo	55
Grafica 5.	Cuadro estadístico de la capacidad de campo, agua útil y punto de marchitez para cada zona muestreada por unidad de suelo	63
Grafica6.	Cuadro estadístico de la lámina aprovechable total (LaT) y la lámina aprovechable de agua (La) a un nivel de agotamiento de 65% por unidad de suelo	65

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1** Cronograma de actividades
- Anexo 2** Ficha de identificación de muestras
- Anexo 3** Planilla de datos para determinar el contenido de humedad para 0,33 bares de presión por unidad de suelo
- Anexo 4** Planilla de datos para determinar el contenido de humedad para 3 bares de presión por unidad de suelo
- Anexo 5** Planilla de datos para determinar el contenido de humedad para 5 bares de presión por unidad de suelo
- Anexo 6** Planilla de datos para determinar el contenido de humedad para 7 bares de presión por unidad de suelo
- Anexo 7** Planilla de datos para determinar el contenido de humedad para 9 bares de presión por unidad de suelo

- Anexo 8** Planilla de datos para determinar el contenido de humedad para 11 bares de presión por unidad de suelo
- Anexo 9** Planilla de datos para determinar el contenido de humedad para 13 bares de presión por unidad de suelo
- Anexo 10** Planilla de datos para determinar el contenido de humedad para 15 bares de presión por unidad de suelo
- Anexo 11** Planilla de datos para determinar la textura de los diferentes suelos muestreados a una profundidad de 0 - 20 cm. por unidad de suelo
- Anexo 12** Planilla de datos para determinar la textura de los diferentes suelos muestreados a una profundidad de 20 - 40 cm. por unidad de suelo
- Anexo 13** Promedio del agua útil por unidad de suelo
- Anexo 14** Transformación del agua útil en porcentaje a milímetros
- Anexo 15** Relación entre pendiente, textura y eficiencia del sistema de riego por unidad de suelo

Anexo 16

Relación entre textura y humedad por unidad de suelo

FOTOGRAFÍAS

Imagen 1 Toma de muestras en campo

Imagen 2 Procesamiento de muestras en laboratorio

Imagen 3 Saturación de las muestras de suelo

Imagen 4 Extracción de humedad de las muestras

Imagen 5 Secado de las muestras en el horno secador

Imagen 6 Determinación de la textura

Imagen 7 Equipo de extracción a presión “Placas de Cerámica Richard”

MAPAS

- Mapa 1** Mapa de coordenadas para la extracción de muestra a una profundidad de 0 – 20 cm
- Mapa 2** Mapa de coordenadas para la extracción de muestra a una profundidad de 20 – 40 cm
- Mapa 3** Mapa de uso del suelo contrastado con las unidades de suelo